第46卷　第12期
2023年12月

干旱区地理
ARID LAND GEOGRAPHY

Vol. 46　No. 12
Dec. 2023

陕西省林业企业时空格局演变及影响因素分析

倪红红[1]，　马　强[2]，　卜元坤[1]，　杨小轩[1]，　李卫忠[1]

（1. 西北农林科技大学林学院，陕西　杨凌　712100；2. 安徽科技学院资源与环境学院，安徽　滁州　233100）

摘　要：林业是生态文明建设的主战场，也是经济社会发展的重要基础产业。林业企业作为林业产业经济的具体落脚点，其时空演变规律和影响因素分析可以辅助决策者合理安排林业产业布局，促进林业产业良好发展。基于2000—2020年陕西省林业企业数据，采用平均最近邻、标准差椭圆、核密度分析等地理信息系统（GIS）空间分析方法，分析了陕西省林业企业的时空演变特征；运用普通最小二乘法（OLS）模型和地理加权回归（GWR）模型，探讨了107个县区林业企业分布数量影响因素的空间异质性，揭示了不同因素的影响作用及空间分异特征。结果表明：(1) 陕西省林业企业数量增长幅度逐渐加大，空间格局具有明显的集聚特征且集聚程度不断增强。(2) 陕西省林业企业空间分布整体向东偏移，但核密度热点区域始终位于西安市，并与咸阳市形成连片的高值区域。(3) 陕西省林业企业经营范围鲜明，以林业相关的“销售”和“服务”为主，随着产业结构进一步优化，从初加工、再加工到深加工，林业企业技术含量不断增加，并扩增相关服务项目。(4) 从林业企业分布数量的影响因素看，社会消费品零售总额、地区生产总值、常住人口数量等外部社会经济条件对于林业企业分布数量的影响强度最大，但第一产业增加值占比、林地面积等产业条件也具有正向作用，企业注册资本平均值、园地面积、公路密度与林业企业数量的负相关性，反映了同类型企业的竞争压力、体现了林业企业面积较大的客观现实，也与林业产业中第一产业比重大的特点契合。陕西省林业企业分布的影响因素存在显著空间分异，政府及相关部门在制定产业政策时需要考虑不同地区的特点，采取针对性措施，促进林业产业的健康协调发展。

关 键 词：陕西省；林业企业；空间分析；时空演变；地理加权回归模型

文章编号：1000－6060(2023)12－2098－13(2098～2110)

林业在国民经济及社会可持续发展战略中占据极其重要的地位[1]，具有经济、社会、生态和文化等价值。建国以来，我国林业产值快速增长，由1949年的2.39×10^{9}元上升至2020年的7.55×10^{12}元[2]。林业也是规模最大的绿色经济体，在拉动内需、推动经济绿色增长、积累生态资产方面具有重大作用。作为林业的主体，森林生态系统是最大的陆地储碳库，具有很强的储碳能力，为我国应对气候变化提供了战略支撑[3-4]。因此，林业建设是事关经济社会可持续发展的根本性问题，发展林业不仅有巨大的经济利益，也有巨大的生态功能和社会功能[5-6]。

林业产业作为林业经济发展的主体，其类型多样，除了直接从事林业生产、经营管理以外，还包括森林康养、生态旅游、森林培育、木材加工及木制产品制造、林业专业技术服务和其他相关活动等。林业企业则是以森林资源、环境及其产品为主要经营对象的企业，其经营活动对经济、生态和社会等方面都将产生积极影响[7]。一方面可提供社会需要的产品、实现企业健康可持续发展，另一方面，在促进经济发展和生态环境建设方面也发挥着重要作用[8]。林业企业发展状况关系到地区经济增长和生态建设，对林业企业空间格局演变研究及其影响因素分析尤为重要。

关于林业企业的研究主要集中在林业经营与

收稿日期：2023-04-13；　**修订日期：**2023-06-10
基金项目：陕西省林业科技创新项目(SXLK2021-02-02)资助
作者简介：倪红红(1997-)，女，硕士研究生，主要从事森林可持续经营与管理研究. E-mail: ni2653338190@163.com
通讯作者：李卫忠(1964-)，男，教授，博士生导师，主要从事森林可持续经营与评价研究. E-mail: liweizhong@nwafu.edu.cn

管理、林业企业社会价值、林业产业集聚等方面。在林业经营与管理方面，诸多学者就林业企业资本结构、绩效、杠杆率、税收政策等[9]进行了研究，提出了若干从企业结构上优化发展过程的建议。在林业企业社会价值方面，学者们通过对林业企业碳汇项目[10]、生态建设[11]、社会责任[12]等的研究，认为林业企业具有区别于一般企业的特性，即在绿色可持续发展方面承担着特殊的社会责任。此外，学者们就林业产业集聚状况和相关因素进行了分析和探讨。例如，Munnich等[13]运用波特的"钻石模型"产业集群理论分析了美国明尼苏达州东北部地区林业产业集聚状况以及该地所存在的竞争优势。Todd等[14]基于劳动力、运输基础设施、原材料等因素对密西西比州林业企业进行空间分析，以确定潜在的林业企业集群。韩莹[15]以全国30个省份的面板数据，探讨了我国林业产业集聚时空分异，并使用空间计量模型对林业产业经济效应进行了研究，提出了林业产业的发展对策。

目前，企业空间格局研究是经济学、地理学及管理学中的研究热点之一[16]，主要集中在科技型企业[17-18]、服务型企业[19]、创新型企业[20-21]等，大量学者利用GIS空间分析技术探究了企业的空间演变规律，使用回归模型探究相关影响因素的作用，并提出优化资源配置的方案[22-24]。对于农林类企业等以第一产业为主，第二、第三产业为辅的行业，企业空间格局研究比较少。熊友云等[25]基于相关分析、生态分布格局理论，分析了中国农业龙头企业在宏观、微观地域及分行业空间布局特征。白如山等[26]运用最近邻点距离指数、核密度估计等现代地学方法，从类型-空间二维，探究阜阳市农业龙头企业空间集聚格局及影响因素。蒋辉等[27]探究中国农业产业化龙头企业的空间分布特征，并通过多元线性回归分析影响农业龙头企业空间集聚的因素。

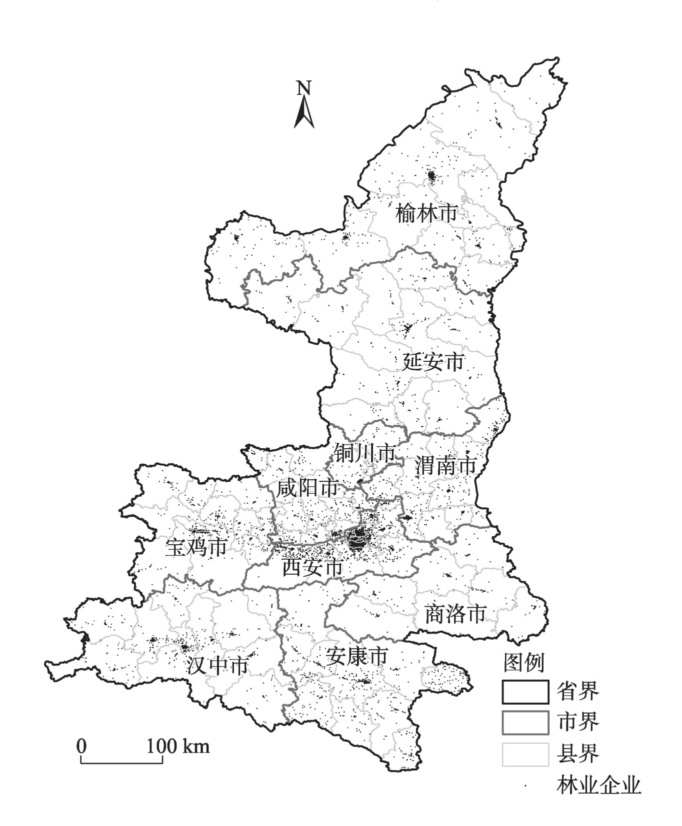
上述研究表明，当前企业布局研究倾向于利用区位理论探究制造业、科技企业等第二、第三产业的空间格局，忽略了对于农业、林业等第一产业布局的研究。而在以林业企业为主体的研究中，多关注林业企业的经营与管理[28]以及林业企业的社会价值[29]。对于林业企业空间布局演变及影响因素的研究较少，且主要基于面板数据，从宏观角度使用统计学方法对产业集聚进行分析。

1　数据与方法

1.1　研究区概况

陕西省既是"一带一路"建设的重要枢纽，也是新时代西部大开发、黄河流域生态保护和高质量发展等国家重大发展战略的重要区域。"十三五"期间，陕西省林业产业有序健康发展，林业产业总产值达到1.48×10^{11}元，从业人数超过3×10^{6}人。依托森林资源禀赋，发展绿色富民产业，形成了以绿色产业促生态建设、以生态建设带动脱贫攻坚的生态经济体系，生态旅游、森林体验、森林康养等服务型产业蓬勃发展。同时，陕西省林业产业也存在三大产业融合不够紧密，产业链尚未完全贯通，企业单体规模偏小，市场竞争能力和抗风险能力差等问题[30]。

本研究获取陕西省行政区内的林业企业10773家，企业成立时间截止2020年12月31日（图1），并选取2000、2005、2010、2015、2020年5个时间节点研究其空间演化过程。由于企业地址为文本数据，利用高德API进行批量地址解析，通过"地址"字段



注：该图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS（2019）3333号的标准地图制作，底图边界无修改。下同。

图1　陕西省林业企业分布示意图

Fig. 1　Distribution diagram of forestry enterprises in Shaanxi Province

获得相应的经纬度坐标，建立林业企业空间数据库。

1.2 数据来源及筛选

本文以陕西省2020年林业相关企业为研究对象，企业样本数据主要来源于全国商业查询平台“启信宝”，通过对企业名、经营范围进行“林业产业”“林业企业”“林业”关键词的筛选，获取陕西省内林业企业数据，该数据包括“企业名称”“登记状态”“法定代表人”“注册时间”“注册资本”“地址”“企业类型”“电话”“邮箱”等。然后对林业企业原始数据进行清洗，剔除企业状态为“撤销”“注销”“吊销”及基本信息不明确的企业。由于使用关键词爬取会采集到一部分与林业企业无关，但名称相近的企业数据，通过人工识别进一步清洗数据，基于企业名称及类别标签进行语义分析，判断企业的主营业务，剔除不相关的企业数据。

影响因素数据中，2020年公路基础数据来源于OpenStreetMap志愿者地理信息网站（http://download.geofabrik.de/），并通过投影、分割、计算获得公路密度；2020年常住人口数量、地区生产总值、第一产业增加值占比、社会消费品零售总额数据基于《中国县域统计年鉴（县市卷）（2021年）》整理获得；2020年企业注册资本平均值数据基于林业企业的属性数据计算整理获得；2020年林地面积、园地面积数据来源于中国国土调查成果共享应用服务平台（https://gtdc.mnr.gov.cn/）。

1.3 研究方法

1.3.1 平均最近邻分析法 平均最近邻分析通过计算企业之间的平均距离，表现林业企业之间的临近程度，从而刻画出林业企业数据点的集聚程度。最近邻指数（ANN）的计算公式如下：

$$\mathrm{ANN}=\frac{\overline{D_{\mathrm{o}}}}{\overline{D_{\mathrm{E}}}} \tag{1}$$

式中：$\overline{D_{\mathrm{o}}}$ 为源点要素与其最近邻要素质心距离的平均值；$\overline{D_{\mathrm{E}}}$ 为所有要素随机分布的平均距离。若ANN>1，则要素为离散分布；若ANN<1，则要素为集聚分布；若ANN=1，则要素为理想状态下的均匀分布。

1.3.2 标准差椭圆 标准差椭圆及重心可以有效地反映林业企业分布离散程度。椭圆的大小反映空间格局总体要素的集中程度，长半轴反映分布的主导方向。标准差椭圆的公式如下：

$$\mathrm{SDE}_x=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i-\bar{x}\right)^2}{n}} \tag{2}$$

$$\mathrm{SDE}_y=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(y_i-\bar{y}\right)^2}{n}} \tag{3}$$

式中：x_i 和 y_i 为每个要素的空间位置坐标；$(\bar{x},\bar{y})$ 为要素的算数平均中心；n 为要素总数；SDE_x 和 SDE_y 为林业企业标准差椭圆重心 z 的经纬度坐标。

1.3.3 核密度分析法 核密度分析用于计算要素在其周围邻域中的密度，可以直观的反映林业企业的集聚-扩散程度。计算公式如下：

$$f(x)=\frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n}k\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \tag{4}$$

式中：$f(x)$ 为核密度估计值；n 为林业企业个数；h 为带宽，$h>0$；k 为核函数；$(x-x_i)$ 为估计点 x 到样本点 x_i 的欧式距离。$f(x)$ 越高说明企业集聚程度越高，反之就越低。

1.3.4 普通最小二乘法（OLS）模型与地理加权回归（GWR）模型 多变量线性回归分析包括全局线性回归分析与局部线性回归分析2种主要类型，全局线性回归方法中最传统的模型为建立在最小二乘法基础上的回归模型——OLS模型：

$$y=\beta_0+\sum_{k=1}^{n}\beta_k x_k+\varepsilon \tag{5}$$

式中：y 为观测的因变量；β_0 为常数项估计值；x_k 为第 k 个自变量的值；β_k 为第 k 个自变量的系数估计值；n 为自变量个数；ε 为误差项。

OLS模型只是对样本和变量进行全局的估计，没有考虑空间相关性的影响。GWR模型是对线性回归模型的一个拓展，可以对具有空间自相关的样本进行很好地拟合，反映其空间特征。GWR模型设定如下：

$$y_i=\beta_0(u_i,v_i)+\sum_{k}\beta_k(u_i,v_i)x_{ik}+\varepsilon_i \tag{6}$$

式中：y_i 为 $n\times1$ 维被解释变量；x_{ik} 为 $n\times k$ 维解释变量矩阵；$\beta_k(u_i,v_i)$ 为因素 k 在回归点 i 的回归系数；k 为自变量个数；(u_i,v_i) 为第 i 个观察点的经纬度坐标；ε_i 为分布的随机误差项。

2 结果与分析

2.1 林业企业时空格局演变分析

2.1.1 陕西省林业企业平均最近邻分析 2000—2020年陕西省林业企业最近邻指数均小于1（表1），

表1　2000—2020年陕西省林业企业平均最近邻分析结果

Tab. 1　Average nearest neighbor analysis results of forestry enterprises in Shaanxi Province during 2000—2020

年份	平均观测距离/km	预测平均距离/km	最近邻指数	Z得分	P值	分布特征
2000	7.5549	18.4191	0.4102	−17.2612	0.0000	集聚
2005	5.1422	14.3823	0.3575	−25.2784	0.0000	集聚
2010	3.3019	10.2568	0.3219	−38.1076	0.0000	集聚
2015	1.7702	6.1472	0.2880	−67.3693	0.0000	集聚
2020	0.7486	3.0002	0.2495	−149.0122	0.0000	集聚

注：Z得分为标准差的倍数，当Z得分<-2.58、$P<0.01$时，置信度为99%，为“非常显著”；P值为显著性水平。

且逐渐减小，表明陕西省林业企业空间分布呈现集聚的特征，且空间集聚态势不断加强。2000—2015年中国林业企业处于初步发展阶段，由于陕西省最先颁布封山禁牧的政策，同时得益于丰厚的森林自然资源，形成了规模较大的林业产业集聚中心。林业企业集聚分布能够有效整合人力、资本、技术等条件要素，建设符合地方特色的产业集群，打造规模效应，促进产业效率提升和区域经济发展。2015年后，中国林业产业进入快速发展阶段，人口集聚、技术的进步、自然资源的发展、配套设施建设、政策支持等多项利好因素，拉动更多林业企业空间分布向集聚趋势发展。

2.1.2　陕西省林业企业时空分布标准差椭圆　通过不同时间节点标准差椭圆来描绘陕西省林业企业空间方向差异及重心变化(图2)。(1) 在椭圆重心方面，重心轨迹变化为先向东北迁移，后往东南迁移，但重心均位于咸阳市东南部，区间变化不大，重心分布区域较为稳定，表明林业企业呈集中分布。(2) 在长短轴方面，2000—2020年椭圆长轴由2.008增长至2.169，短轴由1.157缩短至1.096，林业企业在东北—西南方向呈扩张态势，在西北—东南方向上呈收缩态势。(3) 在旋转角度方面，方位角度数由26.299缩短至20.218，逐渐减小，林业企业数量在西北—东南方向增长较快，但空间分布仍沿东北—西南方向。在西安市、咸阳市等关中地区，林业企业密度的增加更为迅速，该区域经济发达，有利于林业企业的生存和发展。2000—2020年林业企业标准差椭圆重心虽有小幅迁移，但一直位于该地区。

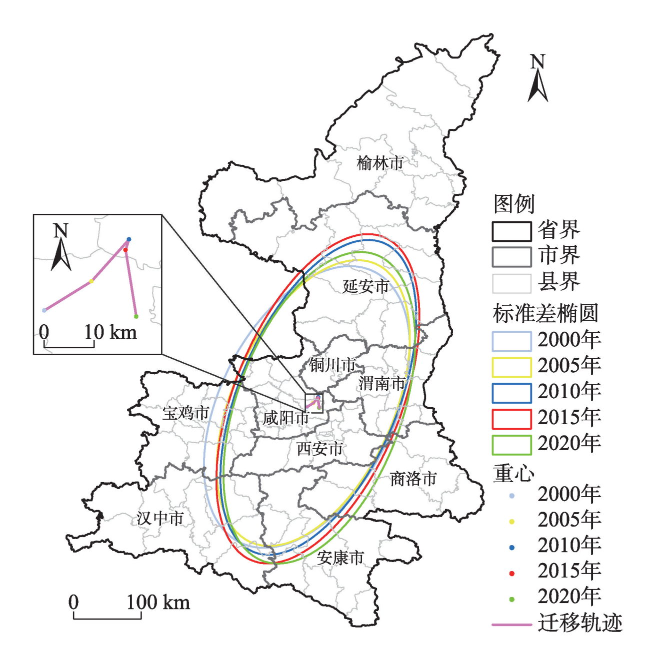


图2　2000—2020年陕西省林业企业标准差椭圆分析结果

Fig. 2　Standard deviation ellipse analysis results of forestry enterprises in Shaanxi Province during 2000—2020

2.1.3　陕西省林业企业时空分布密度变化　通过核密度分析法对陕西省林业企业空间分布进行分析，将结果按照自然断点法分为5类(图3)。在各个时间节点下陕西省林业企业的分布密度均呈现出显著的空间集聚性。2000—2020年，林业企业数量不断增加，核密度值不断提升，最大值由1974提升至75381，增长了约37倍。分布空间由2000年的相对均衡过渡到2020年的绝对集中，呈现出以西安市为中心的块状集聚，且范围逐渐增大。

2000年陕西省林业企业在西安市、汉中市、宝鸡市、延安市等地呈现出多个分散的块状集聚区，林业企业集聚区与黄土高原水土保持区、关中平原生态协同发展区和秦巴水源涵养区相对应。林业企业在空间分布上形成块状集聚、多中心发展的格局，发展相对均衡(图3a)。2005年各市热点区域的数量明显下降，集聚中心以各市市区为中心，更加凸显。热点区域主要集中在关中平原生态协同发展区，这一阶段，资源型林业企业数量减少，林业企业向市区集聚程度明显上升(图3b)。2010年陕西省林业企业小型集聚中心基本消失，大型集聚中心

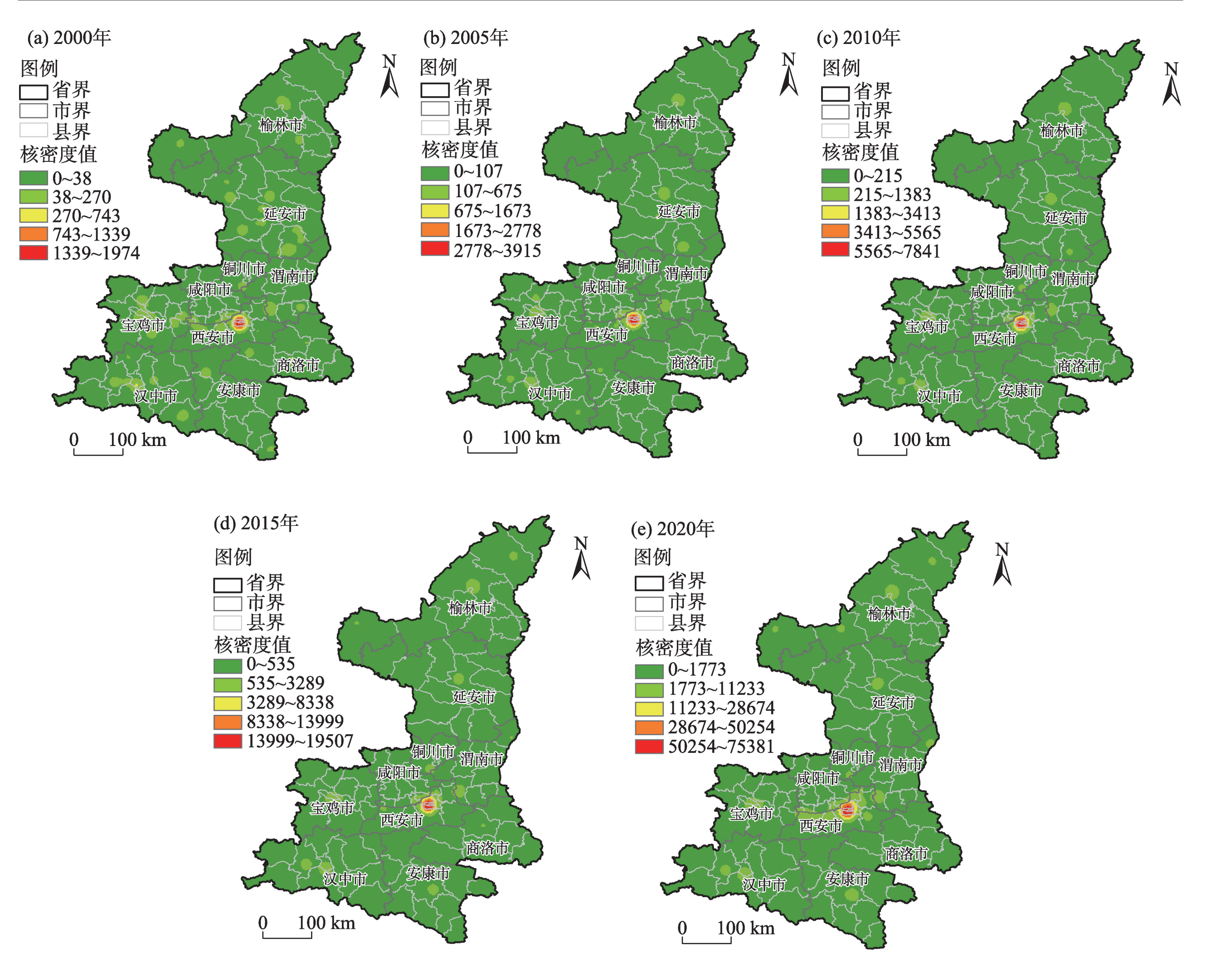


图3 2000—2020年陕西省林业企业空间分布密度

Fig. 3 Spatial distribution density of forestry enterprises in Shaanxi Province during 2000—2020

范围略有扩大,以西安市为最高等级集聚中心,向西北、东北方向扩散(图3c)。2015年陕西省林业企业在安康市、商洛市、榆林市出现新的小型集聚中心(图3d)。2020年西安市和咸阳市的临近交界区域成为陕西省林业企业集聚中心,西咸一体化进程的推进,吸引更多的新注册企业在此发展,呈现沿渭河的集中连片带状分布。榆林市在毛乌素沙地生态修复区新增一个集聚区。总体表明,林业企业发展主要依赖于资本和市场,其次受林业资源影响较大(图3e)。

2.2 林业企业发展状况

2.2.1 陕西省林业企业经营范围变化 从经营范围词云图来看,各个时间点上林业类企业的业务范围既有共同点,又具有不同阶段的鲜明特征(图4)。如数量排名前10的关键词基本一致,以林业类相关的基本产品服务关键词为主,具有较大的共性。主要包括经营属性类关键词:“林场”“林业局”“有限公司”等;运营方式类关键词:“销售”“服务”“管理”“批发”“工程”等;林业相关类关键词:“林业”“农业”“林木”等。其中“林业”“销售”“服务”3个关键词的数量始终是前三名,林业类企业的业务范围鲜明,即与林业相关的产品销售或者衍生服务,如林业产品销售、林业机械服务、栽培服务、病虫害防治服务等。而后的关键词则呈现出各个时间节点上的不同特征,从“苗圃”“种植”到“生物防治”“设备”再到“科技”“技术”,体现出林业企业的经营范围从初加工、再加工到深加工的深入发展历程,林业企业在保持自身产业特点的同时,科技含量不断增加,并扩增相关服务项目。

分时间段来看(图5),2000年林业类企业的国

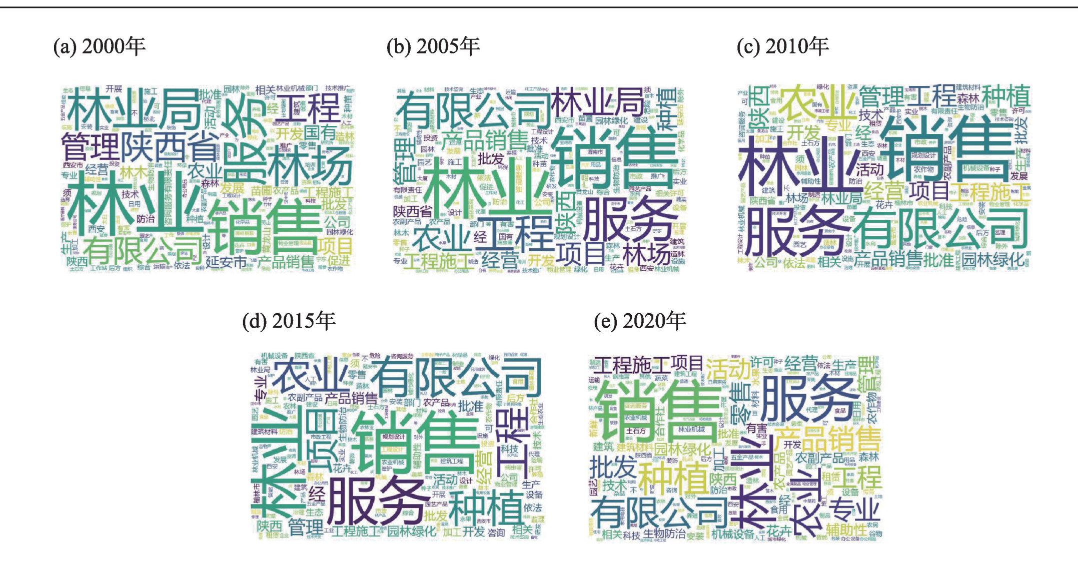


图4　2000—2020年陕西省林业企业经营范围词云图

Fig. 4　Word cloud charts of forestry enterprise business scope in Shaanxi Province during 2000—2020

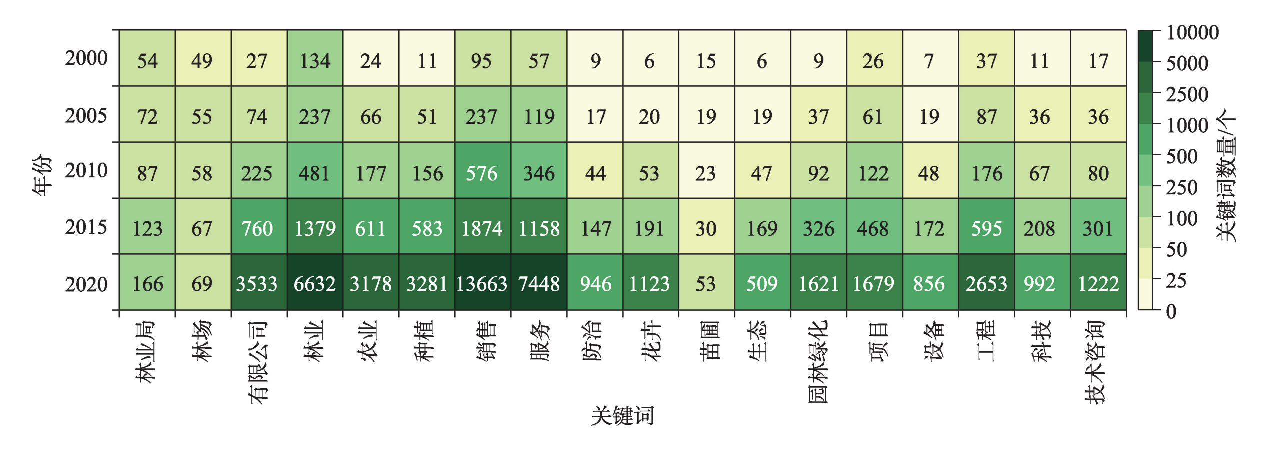


图5　2000—2020年陕西省林业企业经营范围关键词

Fig. 5　Keywords for business scope of forestry enterprises in Shaanxi Province during 2000—2020

有化特征明显，关键词“林业局”“林场”出现次数高，均高于“有限公司”的数量。表明林业类企业的市场化进程仍在进行之中，国有类传统林业企业占据主导地位，而林业类民营企业较少。2005年，“有限公司”关键词数量开始超过“林业局”，随着市场经济的兴起，国家出台《关于加快林业发展的决定》，鼓励非公有林业的发展，资本开始进入林业产业，民营企业增多，并出现了“投资”关键词。2010年开始，林业产品销售和衍生服务蓬勃兴起，“生物防治”“生态”“设备”等林业的衍生产品增多，林业企业的经营范围逐渐壮大，并集中在和政策、产业升级等相关的领域。2015年“技术咨询”“项目”“生态”等关键词快速增长，但“农业”“种植”关键词仍保持在前几名，表明林业企业的发展是基数的扩大和增量的特色化。2020年关键词数量增长幅度最大，表明2015—2020是近20 a陕西省林业产业发展最快的时间段，期间林业产业规模迅速壮大，产品贸易十分旺盛，“销售”“服务”关键词激增，处于关键词前两位。同时，林业产业结构进一步优化，产业类型丰富化，包括“花卉”“技术”“生物防治”“园林绿化”“项目”等。

2.2.2　陕西省林业企业分布数量影响因素分析　通过对陕西省林业企业的空间集聚和分布方向分析，表明其具有空间异质性，因此考虑采用地理加权回归模型对其影响因素进行实证分析。

根据已有研究成果[31-32]，同时考虑到数据的可获取性，本研究选取交通便利性、劳动力数量、企业发展状况、经济发展水平、产业结构、生产条件、市

场规模等陕西省林业企业空间分布的影响因素进行分析(表2)。

(1) OLS模型

地理加权回归模型使用的前提条件是因变量(各县区林业企业数量)具有空间自相关性,如果存在空间自相关性,则OLS模型估计有偏,而更适用GWR模型[33]。

首先使用OLS模型测定各影响因素对于陕西省林业企业分布的影响,由于各项指标单位不同,数值差距大,为尽量消除异方差的影响,对各项变量数值进行归一化处理,同时对所选指标进行合理性检验(表3)。回归结果显示,决定系数(R^2)=0.878,调整R^2=0.869,赤池信息准则(AICc)=1187.205,全局拟合效果良好,常住人口数量、地区生产总值、第一产业增加值占比、林地面积、社会消费品零售总额5项指标对林业企业分布起正向作用,而公路密度、企业注册资本平均值、园地面积3项指标对林业企业分布起负向作用,8项指标的共线关系较低,所选指标合理。

表2 林业企业区位选择的影响因素及定义

Tab. 2 Influencing factors and definition of location choice of forestry enterprises

变量	定义	单位
交通便利性	公路密度	km
劳动力数量	常住人口数量	人
企业发展状况	企业注册资本平均值	元
经济发展水平	地区生产总值	10^8元
产业结构	第一产业增加值占比	%
生产条件	林地面积	km^2
	园地面积	km^2
市场规模	社会消费品零售总额	10^8元

(2) GWR模型

OLS模型的Koenker (BP)统计量为0.036×10^{-3},表明模型中未考虑到空间异质性等因素,可以利用GWR模型处理空间异质性和异方差性问题,深入探究各个因素对于林业企业空间分布的影响。

GWR模型结果显示,R^2=0.900、调整R^2=0.886、AICc=1178.622,根据表中对回归系数中位数、最小值、最大值和平均值的统计,系数值有明显的浮动变化,表明不同县区林业企业分布影响因素存在显著差异,而调整后的R^2更大,AICc差值大于3,说明GWR模型更优,能更好地解释各变量对林业企业分布数量的影响。

从GWR模型回归系数来看(表4),社会消费品零售总额、地区生产总值、常住人口数量、第一产业增加值占比、林地面积5项因素的回归系数在全部县区均为正,园地面积、公路密度两项因素的回归系数在全部县区均为负,企业注册资本平均值的回归系数在不同县区呈现正、负的差异性。具体表现在:

(1) 社会消费品零售总额因素对于林业企业分布数量的影响最为显著。林业产业是涵盖一、二、三产业的复合产业群体,社会消费品零售总额越高,市场规模越大、商业发达程度越高,越有利于林产品的线上、线下销售。对于林业产业链中的第三产业吸引力更大,使得以林产品销售、提供林业服务的小型林业企业汇聚,导致林业企业分布数量更多,因此回归系数均为正。由于陕南林业产业以第一产业为主,市场规模相对较小,而陕北榆林市经

表3 普通最小二乘法(OLS)模型估计结果

Tab. 3 Estimation results of OLS model

变量	系数	标准误差	T检验	P值	方差膨胀因子(VIF)
常数项	−40.344	19.048	−2.118	0.038*	−
公路密度	−72.188	59.328	−1.217	0.227	3.838
常住人口数量	155.821	68.278	2.282	0.025*	4.481
企业注册资本平均值	−8.476	35.334	−0.240	0.811	1.579
地区生产总值	309.740	93.012	3.330	0.001*	4.957
第一产业增加值占比	76.307	32.972	2.314	0.023*	1.778
林地面积	52.656	23.592	2.232	0.028*	1.488
园地面积	−30.376	35.291	−0.861	0.391	1.582
社会消费品零售总额	806.909	109.080	7.397	0.000*	7.878

注:*表示在P<0.05水平上,自变量对因变量有显著性影响。

表4　地理加权回归(GWR)模型系数

Tab. 4　GWR model coefficients

变量	中位数	最小值	最大值	均值
公路密度	−61.610	−117.506	−37.423	−63.653
常住人口数量	145.524	115.798	167.323	145.715
企业注册资本平均值	−15.738	−33.024	28.795	−12.750
地区生产总值	443.244	132.537	506.701	410.001
第一产业增加值占比	73.372	41.103	89.019	71.560
林地面积	65.682	25.793	79.107	62.633
园地面积	−25.146	−34.316	−9.469	−24.247
社会消费品零售总额	719.808	667.718	963.479	742.170

济相对发达,市场也更广阔,因此回归系数呈现由南向北递增的趋势(图6a)。

(2) 地区生产总值因素对于林业企业分布数量的影响较为显著。GDP是地区经济实力的代表性因素,一般来说,GDP越高,越能够保障地区产业发展的可持续性,并提供良好的企业发展外部环境,有利于吸引企业入驻,因此回归系数均为正,GDP与林业企业分布数量呈现正相关关系。陕南地区安康市和汉中市属于GDP单核城市,市区GDP远大于其他县区,林业企业也在市区形成集聚,因此陕南地区的回归系数最高(图6b)。

(3) 常住人口数量因素的回归系数较为显著,且均为正相关。陕西省林业产业体系发展态势良好,以第一、第二产业为主,经营粗放,大而不强,第三产业占比偏小,以劳动密集型产业为主,对于劳动力的需求大。高值区域主要位于汉中市和宝鸡市2个林业大市,但整体上系数偏差不大,影响强度较为接近(图6c)。

(4) 第一产业增加值占比因素的回归系数较为显著,且均为正相关。陕西省林业产业结构体系中经济林、林果业等第一产业占有较大比重,第一产业增加值占比高的地区对于林业产业的依赖更高,如汉中市是陕西省森林产业重心区,林业企业数量也就更多。回归系数从陕西省西南向东北过渡,与陕西省林地资源分布也较为一致(图6d)。

(5) 林地面积因素对于林业企业分布数量的影响较为显著,且均为正。林地面积是刻画林业资源丰富程度的重要指标,林业产业的特殊性,使得林业产业中的第一、第二产业都更加依赖林木资源,因此林地面积较多的地区,林业企业分布数量也更多。从回归系数变化来看,在汉中市、宝鸡市等林地资源丰富的地区影响程度强,而在林地资源相对匮乏的榆林市影响程度相对较弱(图6e)。

(6) 园地面积因素的回归系数较为显著,且均为负相关。陕西省园地约为林地面积的10%,主要分布在渭南市、榆林市、延安市、咸阳市,园地以果园为主,而林果产业具有占地面积大,相对分散的特点,以小型、个体企业为主,因此回归系数呈负值,但绝对值较小。陕南园地面积较小,回归系数绝对值较高(图6f)。

(7) 公路密度因素的回归系数均为负,与预期期望不一致。推测为公路密度越高,城市化水平越高,林业资源反而并不丰富,不利于林业第一产业的布局和发展。此外,陕西省地形地貌特殊,除中部关中平原道路密度较大外,陕北、陕南均为高原或山区,两地所有县区的道路密度均较低且接近。造成陕北、陕南林业企业分布数量多的地区,道路密度比较低,公路密度与林业企业分布数量呈现负相关关系(图6g)。

(8) 企业注册资本平均值因素在陕西省大部分地区呈负向作用。林业企业多数为资源依赖型企业,而地方的林地面积和森林资源是有限的,企业注册资本平均值越高,企业的平均规模越大,市场化竞争更加激烈,不利于新的企业入驻。回归系数从南向北呈现递减的态势,表明企业注册资本平均值对林业企业分布数量的相对压力逐渐降低。回归系数为正的县区位于榆林市,该市地处毛乌素沙地腹地,是三北工程的重要节点,林业产业与其他地区较为不同,除经济林果产业外,森林康养、林下经济、生态旅游、林业工程也较为发达,政府引导和支持力度比较大,林业企业数量增加的同时,企业注册资本也维持在高值(图6h)。

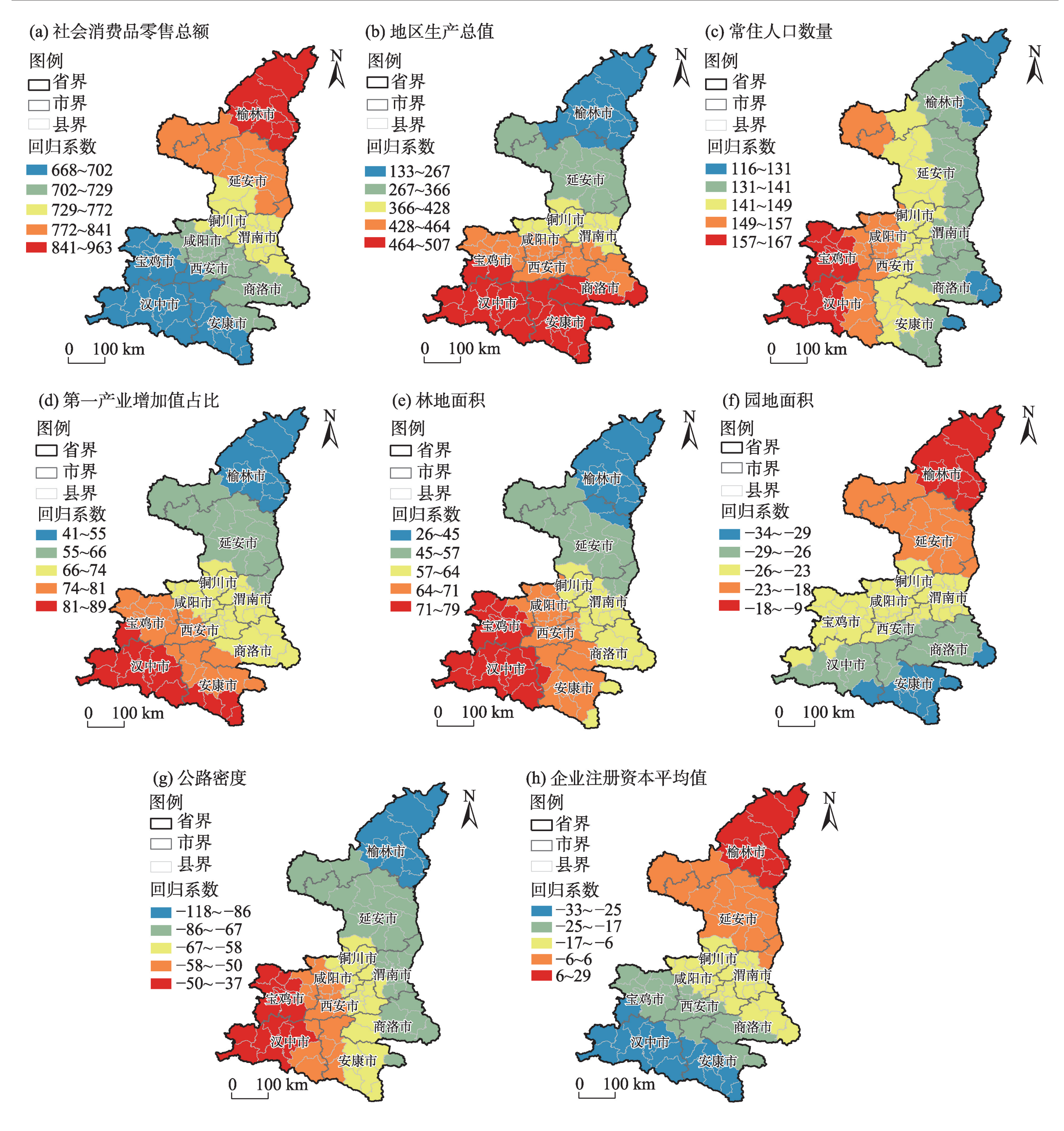


图6 陕西省林业企业分布数量与各影响因素的回归系数

Fig. 6 Regression coefficient between distribution quantity of forestry enterprises in Shaanxi Province and various influencing factors

3 讨 论

在以往的研究中,企业的空间格局和驱动因素分析已经较为成熟[17-23],但关于林业等第一产业的企业格局演化,还鲜有探索,研究基础较为薄弱[25-27]。本文结合其他产业研究中的方法,采用GIS空间分析方法,定量研究了陕西省林业企业的时空演变特征。同时,考虑到林业产业的特点和不同,从交通便利性、劳动力数量、企业发展状况、经济发展水平、产业结构、生产条件、市场规模等方面,利用OLS和GWR模型探究了陕西省林业企业空间分布影响因素的作用和强度。陕西省林业企业的空间分布格局表明,林业企业作为以第一、第二产业为主的产业,其迁移速度较为缓慢,迁移过程是连续的。从林业经营范围关键词来看,陕西省林业产业的结

构调整比较明显，林业服务类企业等林业第三产业中的企业数量明显提升。而陕西省林业企业分布数量因素的测度结果表明，社会消费品零售总额、常住人口数量、地区生产总值、第一产业增加值占比、林地面积5项因素具有较为显著的正相关作用，与陕西省林业产业第一、第二产业占比较大，资源依赖型和劳动密集型的特点显著相关。企业注册资本平均值、公路密度、园地面积等因素的回归系数主要为负，和林业企业的分布数量呈现负相关作用。其中，陕西省特殊的地貌特征使得除关中平原外的县区道路密度都比较低，但汉中市、安康市等林业资源丰富的地区又存在较多的林业企业，从而产生了和以往企业分布研究不一样的影响效果。

因此，建议政府部门从以下3个方面优化林业资源的配置。(1) 做精第一产业：陕西省林果产业发达，应利用好林业资源和人力资源，抓住以苹果、核桃、猕猴桃等为主的特色经济林产业，促进产品的提炼与深加工。(2) 做强第二产业：发挥市场配置资源的决定性作用和产业集聚区的溢出辐射效应，促进林业产业向优势区集聚，强化产业聚集发展，形成第一、第二产业的产业链融合，平衡好资源和市场优势。(3) 做大第三产业：充分挖掘陕西省林业产业中的旅游、康养、文化价值，培育新业态新产业，利用好资本优势，打造一批特色突出的服务品牌。

4 结 论

陕西省林业资源丰富多样，其林业企业的空间演化特征及分布数量的影响因素探究具备一定代表性。主要结论如下：

(1) 从时间变化上看，2000—2020年，陕西省林业企业数量增长的速度逐渐加快，林业企业发展势头较好。陕西省林业企业最近邻指数呈减小趋势，空间分布类型均为聚集型，且集聚程度不断增强。

(2) 从空间分布上看，陕西省林业企业分布标准差椭圆大致呈西南—东北方向，空间分布重心均位于咸阳市东部，较为稳定。核密度热点区始终以西安市区为中心且无较大变化，但次级热点区范围则逐步扩大，沿连霍(连云港—霍尔果斯)高速向西扩展至杨凌示范区。

(3) 从林业企业的经营范围来看，林业类企业的业务范围鲜明但经营范围逐渐扩大，主要以林业相关的产品销售或者衍生服务为主，产业结构进一步优化，产业类型逐渐丰富。表明陕西省林业产业结构调整成效显著，第一、第二产业加快转型升级，第三产业贡献率明显提高。

(4) 从林业企业分布数量的影响因素来看，社会消费品零售总额、地区生产总值、常住人口数量、第一产业增加值占比、林地面积5项因素与林业企业分布数量呈正相关性，其中社会消费品零售总额的影响强度最大；园地面积、公路密度、企业注册资本平均值与林业企业分布数量呈现负相关性。表明林业企业数量分布需要在同类型企业的竞争压力与地区市场容量、经济发展水平、资源优势之间找到平衡。

参考文献(References)

[1] Baumgartner R J. Sustainable development goals and the forest sector: A complex relationship[J]. Forests, 2019, 10(2): 152, doi: 10.3390/f10020152.

[2] 刘倩玮. 美丽中国的林草力量[N]. 中国绿色时报, 2021-07-15(01). [Liu Qianwei. The power of forest and grass in beautiful China[N]. China Green Times, 2021-07-15(01).]

[3] 张颖, 孟娜, 姜逸菲. 中国森林碳汇与林业经济发展耦合及长期变化特征分析[J]. 北京林业大学学报, 2022, 44(10): 129-141. [Zhang Ying, Meng Na, Jiang Yifei. Coupling and long-term change characteristics analysis of forest carbon sequestration and forestry economic development in China[J]. Journal of Beijing Forestry University, 2022, 44(10): 129-141.]

[4] 姚仁福, 胡珠珠, 贯君. 森林碳汇与经济增长的互动关系[J]. 林业经济问题, 2022, 42(1): 73-79. [Yao Renfu, Hu Zhuzhu, Guan Jun. Interaction between forest carbon sink and economic growth[J]. Issues of Forestry Economics, 2022, 42(1): 73-79.]

[5] 国家林业局发展规划与资金管理司. 林业建设是事关经济社会可持续发展的根本性问题[N]. 中国绿色时报, 2014-09-11(01). [Development Planning and Fund Management Department of the State Forestry Administration. Forestry construction is a fundamental issue related to sustainable economic and social development[N]. China Green Times, 2014-09-11(01).]

[6] 陈腾达. 林业产业结构变动对林业经济增长的价值研究[J]. 产业创新研究, 2022(21): 91-93. [Chen Tengda. Research on the value of changes in forestry industry structure on forestry economic growth[J]. Industrial Innovation, 2022(21): 91-93.]

[7] 赵俊, 李滨兵. 浅谈林业企业的社会责任及其信息披露[J]. 经济研究导刊, 2018(15): 9-10, 12. [Zhao Jun, Li Binbing. Discussion on its information disclosure and social responsibility of forestry enterprises[J]. Economic Research Guide, 2018(15): 9-10, 12.]

[8] 申英. 加强生态林业保护促进林业可持续发展的探讨[J]. 现代农业研究, 2022, 28(7): 74-76. [Shen Ying. Discussion on strengthening ecological forestry protection and promoting sustainable development of forestry[J]. Modern Agricultural Research, 2022, 28(7): 74-76.]

[9] Neykov N, Krišťáková S, Antov P, et al. Capital structure determinants of forest enterprises: Empirical study based on panel data analysis from the Czech Republic, Slovakia, and Bulgaria[J]. Forests, 2022, 13(5): 749, doi: 10.3390/f13050749.

[10] Liu S H, Liu X F, Ding Z, et al. Impact of the management scale on the technical efficiency of forest vegetation carbon sequestration: A case study of state-owned forestry enterprises in northeast China[J]. Remote Sensing, 2022, 14(21): 5528, doi: 10.3390/rs14215528.

[11] Zhang X Y, Xu D Y. Assessing the eco-efficiency of complex forestry enterprises using LCA/time-series DEA methodology[J]. Ecological Indicators, 2022, 142(1): 109166, doi: 10.1016/j.ecolind.2022.109166.

[12] Lu F F, Kozak R, Toppinen A, et al. Factors influencing levels of CSR disclosure by forestry companies in China[J]. Sustainability, 2017, 9(10): 1800, doi: 10.3390/su9101800.

[13] Munnich L W, Chatfield N, Schrock G. Northeast Minnesota industry cluster study[R]. Duluth: University of Minnesota Duluth, 2001.

[14] Todd A H, Robert K G. Business clusters in Mississippi's forest products industry[J]. Forest Policy and Economics, 2012, 20: 16-24.

[15] 韩莹. 我国林业产业集聚时空分异及其经济效应研究[D]. 哈尔滨: 东北林业大学, 2021. [Han Ying. Study on the spatial-temporal differentiation and economic effect of forestry industry agglomeration[D]. Harbin: Northeast Forestry University, 2021.]

[16] 秦凌云, 王林均. 贵州省工业产业的空间布局和集聚研究[J]. 贵州民族大学学报(哲学社会科学版), 2013(1): 164-167. [Qin Lingyun, Wang Linjun. A study on the space distribution and gathering of Guizhou's industry[J]. Journal of Guizhou University for Nationalities (Philosophy and Social Sciences Edition), 2013(1): 164-167.]

[17] 张筱娟, 汤琪凤, 廖紫薇. 江苏省研发企业空间格局演化及其影响因素分析[J]. 世界地理研究, 2022, 31(5): 1034-1045. [Zhang Xiaojuan, Tang Qifeng, Liao Ziwei. Spatial pattern evolution of R&D enterprises and its influencing factors in Jiangsu Province[J]. World Regional Studies, 2022, 31(5): 1034-1045.]

[18] 肖凡, 王姣娥, 黄宇金, 等. 中国高新技术企业分布影响因素的空间异质性与尺度效应[J]. 地理研究, 2022, 41(5): 1338-1351. [Xiao Fan, Wang Jiao'e, Huang Yujin, et al. Exploring the spatial and scale variation of factors affecting the geography of high-tech enterprises in China[J]. Geographical Research, 2022, 41(5): 1338-1351.]

[19] 王婷, 刘培学, 吴国平, 等. 南京市文化企业空间格局及其影响因素异质性研究[J]. 世界地理研究, 2022, 31(6): 1310-1320. [Wang Ting, Liu Peixue, Wu Guoping, et al. Spatial pattern evolution of cultural enterprises and the heterogeneity of its influential factors in Nanjing[J]. World Regional Studies, 2022, 31(6): 1310-1320.]

[20] 杨洋, 乔家君, 郭远智, 等. 广东省瞪羚企业空间分布特征及驱动机制[J]. 经济地理, 2022, 42(8): 112-122. [Yang Yang, Qiao Jiajun, Guo Yuanzhi, et al. Spatial distribution characteristics and driving factors of gazelle enterprises in Guangdong Province[J]. Economic Geography, 2022, 42(8): 112-122.]

[21] 刘程军, 王周元晔, 李续双, 等. 互联网新创企业空间格局演化及区位选择——以杭州为例[J]. 经济地理, 2021, 41(6): 107-115, 146. [Liu Chengjun, Wang Zhouyuanye, Li Xushuang, et al. Spatial pattern evolution and location choice of internet startups: A case study of Hangzhou[J]. Economic Geography, 2021, 41(6): 107-115, 146.]

[22] 潘方杰, 万庆, 冯兵, 等. 中国物流企业空间格局及多尺度特征分析[J]. 经济地理, 2021, 41(6): 97-106. [Pan Fangjie, Wan Qing, Feng Bing, et al. Multi-scale analysis of the spatial pattern characteristics of the logistics companies in China[J] Economic Geography, 2021,41(6): 97-106.]

[23] 赵学伟, 张志斌, 冯斌, 等. 西北内陆中心城市物流企业空间分异及区位选择——以兰州市为例[J].干旱区地理, 2022, 45(5): 1671-1683. [Zhao Xuewei, Zhang Zhibin, Feng Bin, et al. Spatial differentiation and location choice of logistics enterprises in the central cities of inland northwest China: A case of Lanzhou City[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(5): 1671-1683.]

[24] 钟业喜, 傅钰, 郭卫东, 等. 中国上市公司总部空间格局演变及其驱动因素研究[J]. 地理科学, 2018, 38(4): 485-494. [Zhong Yexi, Fu Yu, Guo Weidong, et al. Spatial pattern evolution and driving factors of China's listed companies[J]. Scientia Geographica Sinica, 2018, 38(4): 485-494.]

[25] 熊友云, 张明军, 刘园园, 等. 中国农业产业化龙头企业空间分布特征——以国家级重点龙头企业为例[J]. 地理科学进展, 2009, 28(6): 991-997. [Xiong Youyun, Zhang Mingjun, Liu Yuanyuan, et al. Spatial distribution characteristics of agricultural leading enterprises in agricultural industrialization[J]. Progress in Geography, 2009, 28(6): 991-997.]

[26] 白如山, 章君吉, 韦玉秀, 等. 阜阳市农业龙头企业空间分布特征挖掘[J]. 阜阳师范学院学报(自然科学版), 2019, 36(2): 95-100. [Bai Rushan, Zhang Junji, Wei Yuxiu, et al. Data mining of spatial distribution characteristics of agricultural leading enterprises in Fuyang City[J]. Journal of Fuyang Normal University (Natural Science Edition), 2019, 36(2): 95-100.]

[27] 蒋辉, 刘兆阳. 中国农业产业化龙头企业空间分布特征及其影响因素[J]. 吉首大学学报(社会科学版), 2020, 41(6): 94-101. [Ji-

ang Hui, Liu Zhaoyang. The spatial distribution and influencing factors of the leading enterprises in China's agricultural industrialization[J]. Journal of Jishou University (Social Sciences Edition), 2020, 41(6): 94-101.]

[28] 张芮菱, 余吉安. 中国林产工业企业R&D投入-产出效率分析——基于DEA模型的比较研究[J]. 资源开发与市场, 2017, 33(8): 991-995. [Zhang Ruiling, Yu Ji'an. Analysis on input-output efficiency of R&D in China's forest products industry enterprises: A comparative study based on DEA model[J]. Resource Development & Market, 2017, 33(8): 991-995.]

[29] 吴志萍, 校建民, 赵鹏. 我国林业上市企业科技创新、社会责任贡献与持续发展动态关系分析[J]. 世界林业研究, 2022, 35(4): 107-112. [Wu Zhiping, Xiao Jianmin, Zhao Peng. Dynamic relationship between technological innovation, social responsibility contribution and sustainable development of listed forestry enterprises in China[J]. World Forestry Research, 2022, 35(4): 107-112.]

[30] 赵永红, 孟西宁. 陕西省林业特点及生态环境建设的有效策略[J]. 吉林农业, 2019(20): 97. [Zhao Yonghong, Meng Xining. Effective strategies for forestry characteristics and ecological environment construction in Shaanxi Province[J]. Agriculture of Jilin, 2019(20): 97.]

[31] 潘方杰, 王宏志, 宋明洁, 等. 基于GIS的中国A级物流企业时空演变特征及其影响因素[J]. 长江流域资源与环境, 2020, 29(10): 2186-2199. [Pan Fangjie, Wang Hongzhi, Song Mingjie, et al. Study on the spatio-temporal evolutionary characteristics and the influencing factors of A-grade logistics companies in China based on GIS[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2020, 29(10): 2186-2199.]

[32] 闫新杰, 孙慧, 辛龙. 新疆资源型企业的空间分布与区位选择[J]. 干旱区地理, 2023, 46(4): 678-687. [Yan Xinjie, Sun Hui, Xin Long. Spatial distribution and location choice of resource-based enterprises in Xinjiang[J]. Arid Land Geography, 2023, 46(4): 678-687.]

[33] 高晓光. 中国高技术产业创新效率影响因素的空间异质效应——基于地理加权回归模型的实证研究[J]. 世界地理研究, 2016, 25(4): 122-131. [Gao Xiaoguang. Spatial heterogeneity effect of the Chinese high technology industry's innovation efficiency factors: Empirical research based on geographically weighted regression[J]. World Regional Studies, 2016, 25(4): 122-131.]

Spatiotemporal distribution pattern evolution and influencing factors of forestry enterprises in Shaanxi Province

NI Honghong[1], MA Qiang[2], BU Yuankun[1], YANG Xiaoxuan[1], LI Weizhong[1]

(1. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling 712100, Shaanxi, China; 2. Resource and Environment College, Anhui Science and Technology University, Chuzhou 233100, Anhui, China)

Abstract: Forestry is a pivotal domain in the construction of ecological civilization and constitutes a fundamental industry for economic and social advancement. Functioning as a specific cornerstone of the forestry industry economy, analyzing the spatial evolution and influencing factors is crucial for decision makers to judiciously organize the forestry industry layout and foster its development. Drawing on data spanning from 2000 to 2020 for forestry enterprises in Shaanxi Province, China, this study employs geographic information system (GIS) spatial analysis techniques, including average nearest neighbor, standard deviation ellipse, and kernel density analysis, to scrutinize the spatial and temporal evolution characteristics of these enterprises. In addition, ordinary least squares regression and geographically weighted regression models were used to explore the spatial heterogeneity of factors influencing the distribution of forestry enterprises across 107 counties and districts. This study unveils the influence of various factors and spatial differentiation characteristics. The findings reveal the following: (1) The number of forestry enterprises in Shaanxi Province has steadily increased, demonstrating a discernible agglomeration pattern with strengthening degrees of concentration. (2) The overall spatial distribution of forestry enterprises in Shaanxi Province shifts eastward, yet the central nuclear density hotspot remains consistently situated in Xi'an City, forming a contiguous high-value area with Xianyang City. (3) Forestry enterprises in Shaanxi Province exhibit a distinct business scope, primarily revolving around sales and services related to forestry. As the industrial structure is optimized, there is an evident increase in the technical content of forestry enterprises, accompanied by the expansion of related service offerings from primary processing to reprocessing and deep processing. (4) Regarding the influencing factors of forestry enterprise distribution, socioeconomic factors such as total retail sales of consumer goods, gross regional product, and the number of permanent population exert the most substantial impact. However, industry-related factors, including the proportion of primary industry value added and forest area, also positively influence the distribution of forestry enterprises. Conversely, a negative correlation was observed between the registered capital average of enterprises, garden plot area, highway density, and the number of forestry enterprises, indicative of competitive pressures and the reality of expansive land area the forestry enterprises owned. These outcomes align with the characteristics of the forestry industry, which is predominantly driven by the primary sector. The factors influencing of forestry enterprise distribution in Shaanxi Province exhibit notable spatial heterogeneity. Consequently, when formulating industrial policies, it is imperative for the government and relevant departments to consider regional nuances and adopt targeted strategies to facilitate the healthy and coordinated development of the forestry industry.

Key words: Shaanxi Province; forestry enterprise; spatial analysis; temporal and spatial evolution; geographically weighted regression model